

Method of adjusting the composition of the operating mixture for an internal combustion engine

Patent number: DE4423241

Publication date: 1996-01-04

Inventor: MAYER ULRICH DIPL PHYS DR (DE); WILD ERNST DIPL ING (DE); KALTENBRUNN PETER (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: F02D41/14

- european: F02D41/14D5F

Application number: DE19944423241 19940702

Priority number(s): DE19944423241 19940702

Also published as:

US5546918 (A1)

JP8042378 (A)

GB2291222 (A)

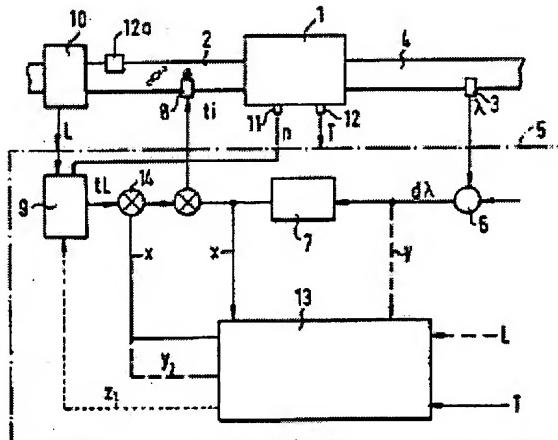
715 also
enclosed

Report a data error here

Abstract not available for DE4423241

Abstract of corresponding document: US5546918

The invention relates to a learning control method for adjusting the composition of an operating mixture for an internal combustion engine. The method includes the steps of: detecting the actual value of the composition; forming a control variable as a function of the instantaneous deviation of the actual value from the desired value; logically coupling the control variable to a base value of an adjusting parameter of the composition and driving an actuator on the basis of the logically coupled value; and, learning of an additional intervention in the control loop from the performance of the control loop wherein the learning takes place at a speed which is at least dependent upon temperature.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 44 23 241 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
F02D 41/14

DE 44 23 241 A 1

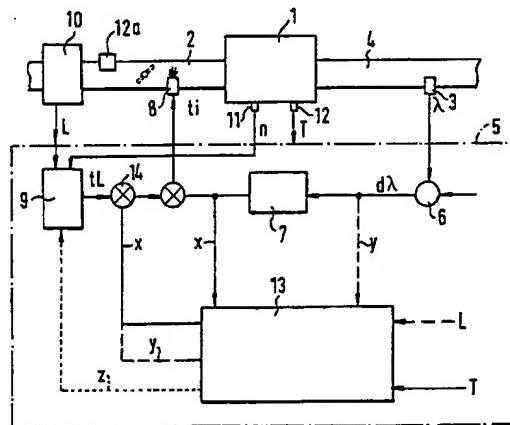
⑯ Aktenzeichen: P 44 23 241.1
⑯ Anmeldetag: 2. 7. 94
⑯ Offenlegungstag: 4. 1. 96

⑯ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Mayer, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr., 71332 Waiblingen, DE;
Wild, Ernst, Dipl.-Ing., 71739 Oberriexingen, DE;
Kaltenbrunn, Peter, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

⑯ Verfahren zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriebsgemisches für eine Brennkraftmaschine

- ⑯ Die Erfindung betrifft ein lernendes Regelverfahren zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriebsgemisches für eine Brennkraftmaschine mit den Schritten:
- Erfassen des Istwerts der genannten Zusammensetzung,
- Bilden einer Regelstellgröße als Funktion der aktuellen Abweichung des Istwerts von einem Sollwert,
- Verknüpfen der Regelstellgröße mit einem Basiswert eines Einstellparameters der genannten Zusammensetzung und Ansteuern eines Steiggliedes auf der Basis des verknüpften Werts,
- Lernen eines zusätzlichen Eingriffs in den Regelkreis aus dem Verhalten des Regelkreises, der so gerichtet ist, daß die Regelstellgröße im zeitlichen Mittel einen bezüglich ihrer Verknüpfung mit dem Basiswert neutralen Wert annimmt,
- wobei die Geschwindigkeit, mit der der zusätzliche Eingriff gelernt wird, wenigstens temperaturabhängig ist.



DE 44 23 241 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11.95 508 081/614

6/27

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf ein lernendes Regelverfahren zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriebsgemisches für eine Brennkraftmaschine.

Zur Einstellung der genannten Zusammensetzung werden üblicherweise Basiswerte für eine Kraftstoffmenge als Funktion von angesaugter Luftmenge und der Drehzahl der Brennkraftmaschine bestimmt und durch eine überlagerte Regelung korrigiert.

Da die Regelung nachfolgende Einspritzungen aufgrund vorangegangener Messungen eines Abgasmeßföhlers vornimmt, treten bei diesem Prozeß Totzeiten, beispielsweise durch Gaslaufzeiten zwischen Einspritzung und Messung auf.

Beim Anfahren eines neuen Betriebspunktes mit nicht optimalen Basiswerten kommt es daher zu einer vorübergehenden Fehlanpassung der Gemischzusammensetzung und damit zu erhöhten Abgasemissionen. Einmal für einen bestimmten Brennkraftmaschinentyp festgelegte und abgespeicherte Basiswerte können beispielsweise durch fertigungsbedingte Exemplarstreunungen oder durch alterungsbedingte Drifterscheinungen zu Fehlanpassungen führen.

Eine laufende Anpassung der Vorsteuerung an diese Drifterscheinungen durch ein lernendes Regelverfahren ermöglicht eine Einhaltung von Abgasvorschriften über die Lebensdauer der Brennkraftmaschine.

Ein Beispiel für ein lernendes Regelverfahren ist aus der DE 33 41 015 (US 4584982) bekannt.

Beim Betrieb von Brennkraftmaschinen mit lernenden Regelverfahren können unter bestimmten Umständen Probleme auftreten, die in der Form bei Brennkraftmaschinen ohne lernende Regelverfahren nicht auftreten. Es wurde festgestellt, daß die auf die Adaption zurückgehende Korrektur im Kurzstreckenbetrieb der Brennkraftmaschine zunächst unplausibel erscheinend hohe Werte erreichen kann. In Verbindung mit einer Fehlererkennung aus einem unplausiblen Adoptionswert kann dies zu einer unnötigen Fehlermeldung führen. Da die unplausibel hohen Werte in Richtung Gemischabmagerung wirken, sind darüberhinaus Schwierigkeiten in Folge zu starker Abmagerungen bei nachfolgenden Starts nicht auszuschließen.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Adoptionsverfahrens, das die genannten Nachteile vermeidet ohne die übrigen gewünschten Eigenschaften der Adaption einzuschränken.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des unabhängigen Anspruchs gelöst, der ein lernendes Regelverfahren angibt, das sich durch eine temperaturabhängige Variation der Lerngeschwindigkeit auszeichnet. Dieser technischen Lehre liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die eingangs angegebenen Probleme mit dem Kraftstoffanteil am Schmieröl der Brennkraftmaschine zusammenhängen. Beim Kaltstart gelangt Benzin in das Motoröl und dampft beim Betrieb der Brennkraftmaschine mit zunehmender Temperatur aus. Ausgedampfter Kraftstoff wird über die Kurbelgehäuseentlüftung der Verbrennung zugeführt. Die resultierende unerwünschte Gemischanhäufung, die im Leerlauf bis zu 30 Prozent betragen kann, wird von der Lambdaregelung korrigiert. Die lernende Gemischadaption speichert diese Korrektur als Langzeiteffekt und magert das

Gemisch gegenläufig ab. Ist diese Abmagerung relativ stark und tritt beim nächsten Start keine Ausgasung von Kraftstoff aus dem Öl auf, kann es zu den eingangs genannten Startproblemen kommen. Die Erfindung vermeidet diese Probleme dadurch, daß sich die Lerngeschwindigkeit der Gemischadaption stark verlangsamt, wenn ein Ausgasen von Benzin aus dem Motoröl erwartet wird.

Der Benzineintrag ins Motoröl ist eine vorübergehende Erscheinung, bei der das Gemisch nicht dauerhaft korrigiert werden soll. Die Erfindung vermeidet diese unerwünschte Korrektur ohne die adaptive Kompensation langfristiger Drifts in der Gemischvorsteuerung einzuschränken.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Regelkreis zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriebsgemisches für eine Brennkraftmaschine, Fig. 2 eine erläuternde Skizze zu einem ersten Adoptionsverfahren, Fig. 3 ein Flußdiagramm als Beispiel einer möglichen Schrittfolge des erfindungsgeleiteten Verfahrens und Fig. 4 eine Skizze zu einem weiteren Adoptionsverfahren, bei dem die Erfindung anwendbar ist.

Die Ziffer 1 in der Fig. 1 stellt eine Brennkraftmaschine dar, die aus einem Ansaugrohr 2 mit Betriebsgemisch versorgt wird. Der Istwert der Gemisch-Zusammensetzung wird durch einen Abgasmeßföhler 3 im Abgasrohr 4 der Brennkraftmaschine erfaßt und in einem Steueregerät 5 mit einem vorbestimmten Sollwert verglichen. Die aktuelle Regelabweichung als Ergebnis dieses durch die Ziffer 6 symbolisierten Vergleichs führt durch Anwendung eines Regelalgorithmus, symbolisiert durch Ziffer 7, zu einer Stellgröße FR, die, verknüpft mit einem Basiswert tp beispielsweise den Einspritzzeitimpuls bestimmt, mit dem ein Einspritzventil 8 im Ansaugrohr 2 angesteuert wird. Dabei kann der Basiswert aus einem Kennfeld 9 als Funktion von Last L und Drehzahl n der Brennkraftmaschine ausgelesen werden, die durch entsprechende Sensoren 10 und 11 erfaßt werden. Außerdem ist die Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Temperatursensor 12 oder 12a ausgerüstet, welcher die Temperatur der Brennkraftmaschine oder eines mit der Brennkraftmaschine zusammenwirkenden Drehmomentwandlers (Sensor 12) oder die Temperatur der Ansaugluft (Sensor 12a) erfaßt. Diese Struktur ist genauso bekannt wie die Funktion des Blocks 13, der ein Mittel oder einen Algorithmus zur Adaption des Regelkreises an sich verändernde Bedingungen, z. B. an alterungsbedingte Drifts im Ausgangssignal des Lastsensors darstellt. Block 13 verarbeitet dazu ein aus dem Regelkreis ausgekoppeltes Signal, beispielsweise die Regelabweichung oder die Regelstellgröße FR so, daß neben dem aktuellen Wert auch die Vorgeschichte dieses Wertes mit berücksichtigt wird. Die Vorgeschichte kann beispielsweise über eine Mittelwertbildung erfaßt werden. Wird die Regelstellgröße FR beispielsweise multiplikativ mit gut angepaßten Basiswerten verknüpft, so ist FR im zeitlichen Mittel gleich 1. Führen die Basiswerte für sich betrachtet je doch zu einer Fehlanpassung in Richtung mager, so ist FR im zeitlichen Mittel größer als 1. Um FR auf den bezüglich seiner Verknüpfung mit den Basiswerten neutralen Wert von 1 zu bringen, erfolgt ein zusätzlicher Eingriff 14 in die Bildung des Einspritzzeitimpulses, dessen Wirkung die Regelstellgröße FR auf den Wert 1 zurücklaufen läßt. Im skizzierten Beispiel leistet eine zusätzliche Multiplikation mit dem Mit-

telwert das Verlangte. Dargestellt ist dieser Fall durch die mit x bezeichnete Linie in der Fig. 1. Alternativ zu der von der Regelabweichung abhängigen Größe FR kann auch die Regelabweichung direkt als Eingangsgröße 5 für die lernende Korrektur benutzt werden. Dieser Fall wird durch die mit y bezeichneten gestrichelten Linien symbolisiert. Daß der adaptive Eingriff auch auf das Kennfeld selbst erfolgen kann, verdeutlicht die punktierte Linie z.

Fig. 2 zeigt eine Möglichkeit, wie die Lerngeschwindigkeit beeinflußbar ist. Dabei wird von einer globalen Online-Adaption ausgegangen, bei der die zusätzliche adaptive Korrektur während des Betriebes geändert wird und global alle Basiswerte aus dem Kennfeld erfaßt. Block 13 enthält dabei einen Tiefpaß 14 mit Zeitkonstante τ . Der über diesen Tiefpaß geglättete Wert FRz stellt dabei den zusätzlichen adaptiven Eingriff dar. In diesem Zusammenhang ist eine große Zeitkonstante gleichbedeutend mit einer langsamem Adaption und eine kleine Zeitkonstante gleichbedeutend mit einer schnellen Adaption. In einem Ausführungsbeispiel der Erfahrung ist der Wert der Zeitkonstante an einen Zählerstand Z gekoppelt, so daß die Adoptions- bzw. Lerngeschwindigkeit abhängig von dem Zählerstand variiert wird. Mittels dieses Zahlers wird der Eintrag von Benzin 25 in das Motoröl simuliert. Ein Ausführungsbeispiel zu seiner Festlegung ist in Fig. 3 dargestellt. Der Zähler wird inkrementiert, wenn ein Start unterhalb einer Temperaturschwelle t_0 erfolgt (Schritte S₁, Schritte S₂). Dies kann die Motor- und/oder die Ansaugluft oder Getriebeölttemperatur sein.

Der Zähler wird dekrementiert, wenn sichergestellt ist, daß die Öltemperatur lange genug über einer Schwelle gelegen hat. Dann kann davon ausgegangen werden, daß das Benzin wieder ausgegast ist. Als Maß 35 für hohe Öltemperatur kann beispielsweise der während einer Fahrt auf integrierte Luftmassenfluß Q dienen. Wenn diese Größe eine Schwelle Q_0 überschreitet, wird der Zähler dekrementiert. Dabei darf 0 nicht unterschritten werden. Diese Funktion wird durch die Schrittfolge 40 S₃ bis S₆ gewährleistet, die beim fortlaufenden Betrieb der Brennkraftmaschine sukzessive auf einen Z-Wert von 1 und der damit auf eine normale Lerngeschwindigkeit führen. Alternativ ist es auch möglich, Z kontinuierlich auf einen Normalwert herunterzufahren.

Die Erfahrung kann nicht nur bei dem weiter oben beschriebenen speziellen Beispiel einer Adaption angewendet werden, sondern ist bei allen Gemischadoptionsverfahren einsetzbar.

Ein Beispiel für eine strukturelle Offline-Adaption 50 zeigt

Fig. 4. Bei dieser Art der Adaption wird während einer ersten Betriebsphase der Brennkraftmaschine registriert, welche Regelabweichungen $d\lambda$ bei bestimmten Lastzuständen L auftreten. Dazu wird beispielsweise ein Zählerwert $H(d\lambda, L)$ erhöht, wenn die dazugehörige Kombination $d\lambda(L), L$ im Betrieb der Brennkraftmaschine auftritt. Die schraffierten Bereiche im Kennfeld der Fig. 4 symbolisieren hohe Zählerstände und somit eine starke Regelabweichung im mittleren Lastbereich. Zur Abhilfe wird eine Korrekturkurvenlinie K(L) offline bestimmt, die bei der nächsten Betriebsphase der Brennkraftmaschine als zusätzlicher Eingriff verwendet wird.

Bei dieser Art der Adaption kann die Taktfrequenz f, mit der Zählerwerte $H(d\lambda, L)$ geändert werden, als 55 Funktion des Zählerstandes Z geändert werden. Dazu wäre beispielsweise eine Beziehung $f \sim (1/Z)$ geeignet, da diese Abhängigkeit eine langsamere Adaption (f) bei

steigendem Zählerwert Z leistet.

Patentansprüche

1. Lernendes Regelverfahren zur Einstellung der Zusammensetzung des Betriesgemisches für eine Brennkraftmaschine mit den Schritten:

- Erfassen des Istwerts der genannten Zusammensetzung,
- Bilden einer Regelstellgröße als Funktion der aktuellen Abweichung des Istwerts von einem Sollwert,
- Verknüpfen der Regelstellgröße mit einem Basiswert eines Einstellparameters der genannten Zusammensetzung und Ansteuern eines Stellgliedes auf der Basis des verknüpften Werts,
- Lernen eines zusätzlichen Eingriffs in den Regelkreis aus dem Verhalten des Regelkreises

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Geschwindigkeit, mit der der zusätzliche Eingriff gelernt wird, wenigstens temperaturabhängig ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit verringert wird, wenn wenigstens eine der folgende Temperaturen beim Start der Brennkraftmaschine unterhalb einer vorgegebenen ersten Temperaturschwelle liegt:

- Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur,
- Brennkraftmaschinenschmiermitteltemperatur,
- Ansauglufttemperatur,
- Temperatur des Getriebeschmiermittels.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit erhöht wird, wenn ein Maß für die von der Brennkraftmaschine seit einem Start erzeugte Wärme einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit als Funktion der von der Brennkraftmaschine seit einem Start erzeugten Wärme sukzessive oder kontinuierlich auf einen vorbestimmten Endwert erhöht wird.

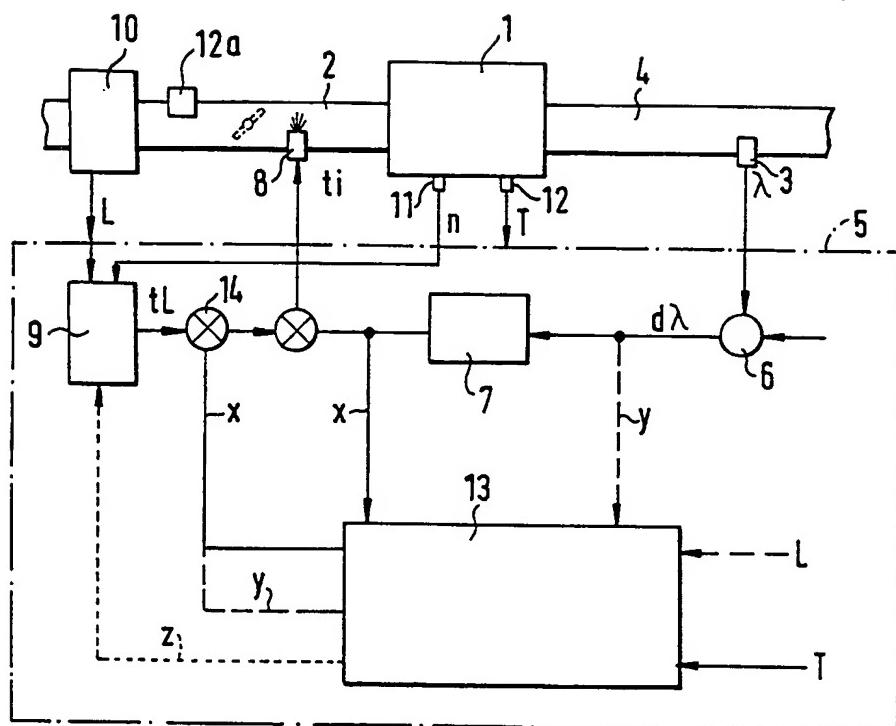
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die seit einem Start verbrauchte Kraftstoffmenge oder das Integral eines Lastsignals, berechnet ab dem Start der Brennkraftmaschine, als Maß für die von der Brennkraftmaschine seit einem Start erzeugte Wärme dient.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer seit Überschreiten wenigstens einer vorbestimmten zweiten Temperaturschwelle für eine der Größen

- Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur,
- Brennkraftmaschinenschmiermitteltemperatur,
- Ansauglufttemperatur oder
- Temperatur des Getriebeschmiermittels

als Maß für die von der Brennkraftmaschine seit einem Start erzeugte Wärmemenge dient.

Fig. 1



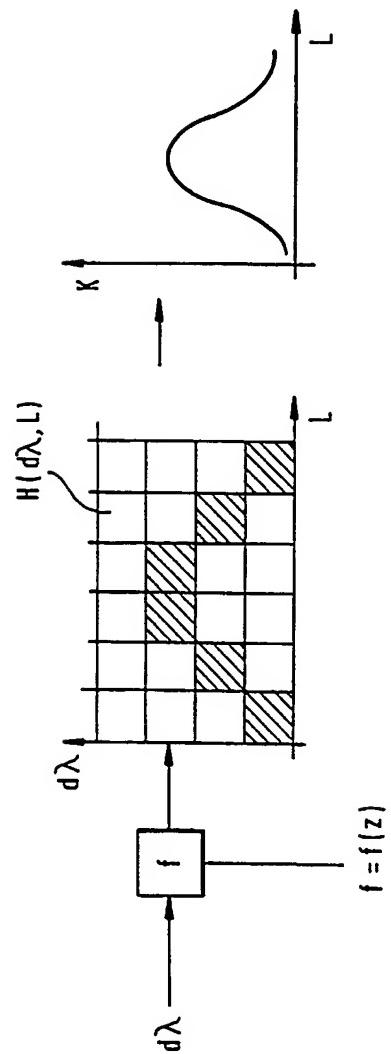
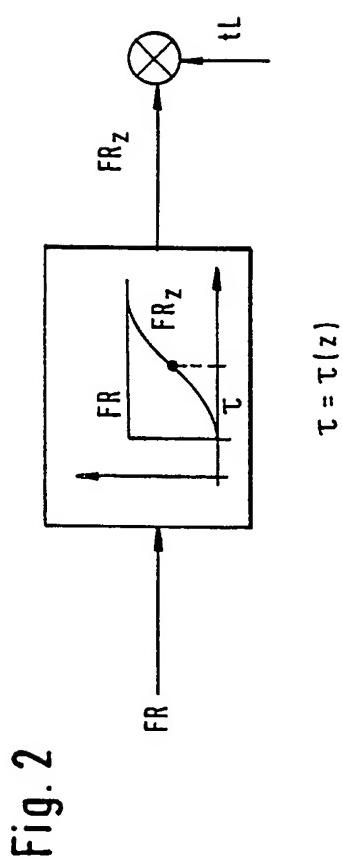


Fig. 3

